

## METHOD FOR FORMING CERAMIC COIL SPRING

Patent Number: JP1110909  
Publication date: 1989-04-27  
Inventor(s): NAKATANI MASAHIKO; others: 04  
Applicant(s): NHK SPRING CO LTD  
Requested Patent:  JP1110909  
Application Number: JP19870268332 19871026  
Priority Number(s):  
IPC Classification: B28B1/40  
EC Classification:  
Equivalents: JP2558748B2

### Abstract

**PURPOSE:** To make it possible to prevent wire from breaking, deforming and the like and, in addition, reduce the ununiformity in shape by a method wherin wire, from which first solvent is removed and which is shrunk on drying, is immersed in second solvent.

**CONSTITUTION:** Wire is formed by kneading ceramic powder, first and second binders, the solubilities of which are different from each other, plasticizer and first solvent, which dissolves the first binder, and, after that, dried. Next, the wire is immersed in second solvent, which dissolves the second binder, so as to give plasticity. The wire, to which plasticity is given, is coiled round a mandrel and, after that, dried, resulting in obtaining enough shape retention in the coil-shaped formed body.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開  
⑫ 公開特許公報 (A) 平1-110909

⑤Int.Cl.<sup>4</sup>  
B 28 B 1/40

識別記号  
厅内整理番号  
B-6865-4G

④公開 平成1年(1989)4月27日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑥発明の名称 セラミックスコイルばねの成形方法

⑦特願 昭62-268332  
⑧出願 昭62(1987)10月26日

⑨発明者 中谷 雅彦 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地 株式会社日発グループ中央研究所内

⑩発明者 佐藤 繁美 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地 株式会社日発グループ中央研究所内

⑪発明者 東野 豊之 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地 株式会社日発グループ中央研究所内

⑫発明者 塙村 秀 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地 株式会社日発グループ中央研究所内

⑬出願人 日本発条株式会社 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地

⑭代理人 弁理士 鈴江 武彦 外2名

最終頁に続く

明細書

1. 発明の名称

セラミックスコイルばねの成形方法

2. 特許請求の範囲

(1) セラミックス粉体と、互いに溶解性の異なる第1及び第2の結合剤、可塑剤並びに上記第1の結合剤を溶解する第1の溶媒とを混練して線材を成形した後、乾燥する工程と、該線材を上記第2の結合剤を溶解する第2の溶媒に浸漬して可塑性を付与する工程と、該線材をコイリングする工程とを具備したことを特徴とするセラミックスコイルばねの成形方法。

(2) 第1の結合剤が水溶性の結合剤、第1の溶媒が水、第2の結合剤が有機溶媒に溶解する結合剤、第2の溶媒が有機溶媒であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のセラミックスコイルばねの成形方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はセラミックスコイルばねの成形方法に

関する。

(従来の技術)

コイルばねは各種機械にとって重要な部品として用いられている。こうしたコイルばねは金属材料から成形されてきたが、金属型コイルばねは耐熱性、耐食性、耐摩耗性等の特性に劣るため、近年、これらの特性を改善し得るセラミックス製のコイルばねの製造が試みられている。

セラミックスコイルばねの製造方法としては、セラミックス粉体原料に成形性を付与する有機材料とその溶剤とを混練し、この混練物を押し出して得られるセラミックス線材を用いて目的とするコイル形状のコイルばねを得る方法が行なわれている。

成形性を付与する有機材料として水溶性のものを、その溶剤として水を使用してコイルばねを製造した場合、以下の問題が生じる。

① 線材に含まれる水分が多い場合 (高含水率の線材)

コイリング自体は容易であるが、コイリング用

の芯棒に巻きつけるとコイリング時に内側（内径）がつぶれやすい。また、この状態で乾燥させると、水分の蒸発に伴う乾燥収縮で線切れ、及び更にコイル内径のつぶれが生じる。なお、高含水率の線材を用いてコイリングした場合、コイリング直後に芯棒から成形体を取り外すと、保形性がなくコイル形状を保持しない。

②逆に線材に含まれる水分が少ない場合

セラミックス押出原料の混練時に添加水分量を少なくするか、又は押し出した線材を乾燥させて水分量を少なくし、コイリング後の乾燥収縮をできるだけ小さくしようとすると、線材が硬くなり、その後のコイリング作業が困難でコイリング時に線切れを生じる。また、雰囲気（温度、湿度等）によってコイリングの状態が大きく影響されるため、コイリング可能な条件が限定される。また、微量な水分量の変化により、乾燥後の形状ばらつきが大きい。したがって、線径1mm以下の細線のコイリング及びD/d (D:コイル平均径、d:線径) の小さいコイリングが困難である。

般に約3%以下の値まで低下させることにより、セラミックスコイルばねの成形が可能なように線材の可塑性を調整している。なお、線材の可塑性が乾燥後（水分調整後）においても有利に保持し得るように界面活性剤、多価アルコールを多添加している。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかし、従来の方法には以下のような問題がある。

①コイリング後の線切れ等を発生させないような線材を得るために、乾燥による水分調整に微妙なコントロールを必要とする。

②線材の可塑性が乾燥後においても有利に保持し得るため、コイリング後の保形性に乏しい。したがって、該線材と同様な熱収縮特性を有する芯棒に巻いたまま焼結する必要がある。

③芯棒として線材と同様な熱収縮特性を有するものを用いているため、線切れやコイルの内側の変形をある程度防止することができるが、仮焼結まで行なうため再使用することができず、芯棒に

そこで、一般的に考えられるセラミックスコイルばねの製造方法としては、例えば以下のようない方法が知られている。

①セラミックス粉体原料と、メチルセルロース、界面活性剤、多価アルコール及び水とを混練し、押出成形して線材を得た後、芯棒にコイリングし、そのまま仮焼結し、その後芯棒を取り外して本焼結する方法（特開昭62-7659号公報）。

②上記方法を改良して等ピッチのコイルばねを得るために、セラミックス粉体を主原料とする押出加工された線材を水分調整し、該線材と同様な熱収縮特性を有する芯棒に、間隔保持用コイル材とともに巻き付け、アルミナ粉末中に埋め込んで仮焼結を行ない、仮焼結された線材を芯棒から取り外して本焼結する方法（特開昭62-25013号公報）。

なお、これらの方をブロック図で示すと第2図のようになる。第2図に示すように、これらの方法では原料の混練物を押出成形して線材を得た後、乾燥操作により線材を所定の水分率まで、一

要するコストが高くなる。

以上のように従来の方法はコスト、歩留り等の観点から量産性の乏しい方法である。

本発明は上記問題点を解決し、特に線材の線径が太い場合でも、線材の線切れ、変形等を防止でき、形状ばらつきも小さくすることができる量産性のあるセラミックスコイルばねの成形方法を提供することを目的とする。

〔問題点を解決するための手段と作用〕

本発明のセラミックスコイルばねの成形方法は、セラミックス粉体と、互いに溶解性の異なる第1及び第2の結合剤、可塑剤並びに上記第1の結合剤を溶解する第1の溶媒とを混練して線材を成形した後、乾燥する工程と、該線材を上記第2の結合剤を溶解する第2の溶媒に浸漬して可塑性を付与する工程と、該線材をコイリングする工程とを具備したことを特徴とするものである。

本発明において、原料となるセラミックス粉体は、酸化物系セラミックスでもよいし、非酸化物系セラミックスでもよい。酸化物系セラミックス

としては、例えばアルミナ、ムライト、部分安定化ジルコニア等が挙げられる。また、非酸化物系セラミックスとしては、例えば窒化ケイ素、炭化ケイ素、サイアロン等が挙げられる。なお、非酸化物系セラミックスを用いる場合、ぬれ性を改善するために、シラン系カップリング剤、アルミ系カップリング剤、チタン系カップリング剤等を用いて表面処理してもよい。

本発明において、添加する有機材料（一般にバインダーとも呼ばれる）は、セラミックス粉体のような非可塑性原料の成形において可塑性、保形性を付与し、しかも焼結により分解、飛散して焼結体に不純物などの残渣を残さないという特長を有している。

使用される有機材料には結合剤、可塑剤、分散剤などがある。これらは一般的に以下の機能を持つことが知られている。

結合剤はグリーン成形体の強度保持として機能し、可塑剤は可塑性、柔軟性を付与する機能、分散剤はセラミックス粉体と有機材料を混練したと

側の変形を招くことなく、短時間でコイリングができる、形状ばらつきも非常に小さくすることができる。また、線材を保管しておき、必要に応じて随意にコイリングすることができるので、多品種少量生産に適している。

#### 〔実施例〕

以下、本発明方法を実施例に基づいてより詳細に説明する。

#### 実施例 1

第1図に示す方法に従い、以下のようにしてセラミックスコイルばねを製造した。まず、第1表に示す原料（ポリビニルブチラール以外）を同表に示す配合比で配合して調整し、更にポリビニルブチラールの微粉3重量部を添加し混練して均一分散させた。次に、この原料を押出成形して線材を作製し、この線材を充分に乾燥収縮するまで乾燥して線径5mmの線材を得た。つづいて、乾燥した線材をトリクロルエチレンに浸漬した。この場合、線材の線径が5mmと大きいので、超音波をかけてポリビニルブチラールの溶解を促進させても

きの均一分散及び有機材料の溶剤の添加量を低減させる機能をもつ。

本発明においては、第1の結合剤が水溶性の結合剤、例えばメチルセルロース等、第1の溶媒が水、第2の結合剤が有機溶媒に溶解する結合剤、例えばポリビニルブチラール、ポリアクリル酸エステル、ポリメタクリル酸エステル等、第2の溶媒が有機溶媒という組合せが考えられる。また、可塑剤としては、水及び有機溶媒の双方に溶解性をもつもの、すなわち両親媒性のものが望ましく、例えばポリエチレングリコールが挙げられ、ポリエチレングリコールの一端又は両端を種々の親水基で置換したものでもよい。更に、分散剤としてポリカルボン酸塩等を添加してもよい。

本発明方法では、第1の溶媒（例えば水）を除去して乾燥収縮させた線材を第2の溶媒に浸漬すると、線材中の第2の結合剤に第2の溶媒が吸収され、コイリングに必要な可塑性が付与される。そして、線材の乾燥後には保形性が得られる。したがって、線径の太い線材でも線切れやコイル内

よい。この際、添加したポリビニルブチラールの粒子径が大きいと線材が膨潤するが、ポリビニルブチラールの粒子径が小さいと線材は膨潤しなかった。このようにして可塑性を付与した線材を芯棒にコイルリングした。コイリング後、乾燥すると、コイル状成形体は充分な保形性を有していた。その後、芯棒から取り外して脱バインダし、空気中、1450℃で焼結を行なって線径3.8mm、コイル径25mm、有効巻き数5のセラミックスコイルばねを製造した。得られたセラミックスコイルばねの特性は、焼結体密度d = 6.09 g/cm<sup>3</sup>、バネ定数k = 2.40 kgf/mm<sup>2</sup>、せん断強度τ = 46 kgf/mm<sup>2</sup>（平均値）であった。

第 1 表

原 料		配 合 比 (重量部)
セラミックス粉体	部分安定化ジルコニア	100
第1の結合剤	メチルセルロース	4
可塑剤	ポリエチレングリコール (Mn = 400)	3
可塑剤	グリセリン	3
分散剤	ポリカルボン酸アンモニウム塩	0.5
第1の溶媒	水	16
第2の結合剤	ポリビニルブチラール	3

## 実施例 2

第2表に示すように第2の結合剤としてポリメタクリル酸エステルを用いた以外は、上記実施例1と同様にして線径3.0mm、コイル径20mm、有効巻き数6のセラミックスコイルばねを製造することができた。得られたセラミックスコイルばねの特性は焼結体密度  $d = 8.09 \text{ g/cm}^3$ 、バネ定数  $K = 1.52 \text{ kgf/mm}^2$ 、せん断強度  $\tau = 39 \text{ kgf/mm}^2$ （平均値）であった。

## 実施例 3

第3表に示す原料を用いた以外は上記実施例1と同様にして、コイル状成形体を得た後、N<sub>2</sub>ガス中、1850°Cで焼結することにより、線径3.8mm、コイル径30mm、有効巻き数5のセラミックスコイルばねを製造することができた。得られたセラミックスコイルばねの特性は、焼結体密度  $d = 3.23 \text{ g/cm}^3$ 、バネ定数  $K = 1.93 \text{ kgf/mm}^2$ 、せん断強度  $\tau = 43 \text{ kgf/mm}^2$ （平均値）であった。

第2表

原 料		配 合 比 (重量部)
セラミックス粉体	部分安定化ジルコニア	100
第1の結合剤	メチルセルロース	3
可塑剤	ポリエチレングリコール (Mn = 400)	3
可塑剤	グリセリン	3
分散剤	ポリカルボン酸アンモニウム塩	0.5
第1の溶媒	水	16
第2の結合剤	ポリメタクリル酸エステル	3

第3表

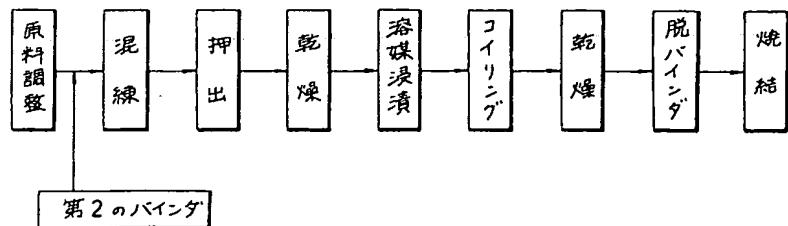
原 料		配 合 比 (重量部)
セラミックス粉体	窒化ケイ素（焼結助剤含む）	100
第1の結合剤	メチルセルロース	8
可塑剤	ポリエチレングリコール (Mn = 400)	6
可塑剤	グリセリン	6
分散剤	ポリカルボン酸アンモニウム塩	0.5
第1の溶媒	水	27
第2の結合剤	ポリアクリル酸エステル	4

## 〔発明の効果〕

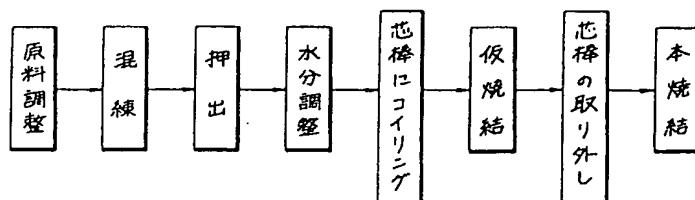
本発明方法によれば、線径の太い線材でも線切れやコイル内側の変形を招くことなく、短時間でコイリングができ、形状ばらつきも非常に小さいセラミックスコイルばねを得ることができる。また、線材を保管しておき、随意にコイリングすることができるので、多品種少量生産に適している。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例におけるセラミックスコイルばねの成形方法を示すブロック図、第2図は従来のセラミックスコイルばねの成形方法を示すブロック図である。



第 1 図



第 2 図

第1頁の続き

②発明者 安達 隆介 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地 株式会社日発グループ中央研究所内